

# Multilevel Modelle

SoSe 2011

LS Sozialwissenschaftliche Methodenlehre und Sozialstatistik

C. Dudel

# Worum geht's?

Bisher:

- Leslie-Modell: Makro-Ebene
- Verzweigungsprozesse: Mikro-Ebene
- Mikro- und Makro-Ebene beeinflussen sich nicht

# Worum geht's?

## Multilevel-Modelle

- Verknüpfung von Mikro- und Makro-Ebene
- Top-Down Ansatz

# Worum geht's?

Allgemeines Beispiel: Verbreitung von Normen, Informationen, Verhaltensweisen etc.

→ Diffusion

# Worum geht's?

## Konkretes Beispiel: Diffusion von Web 2.0 Plattformen

Facebook:

Anfang 2010: ca. 6 Mio. Nutzer

Anfang 2011: ca. 15 Mio. Nutzer

Mai 2011: ca. 18 Mio. Nutzer

# Worum geht's?

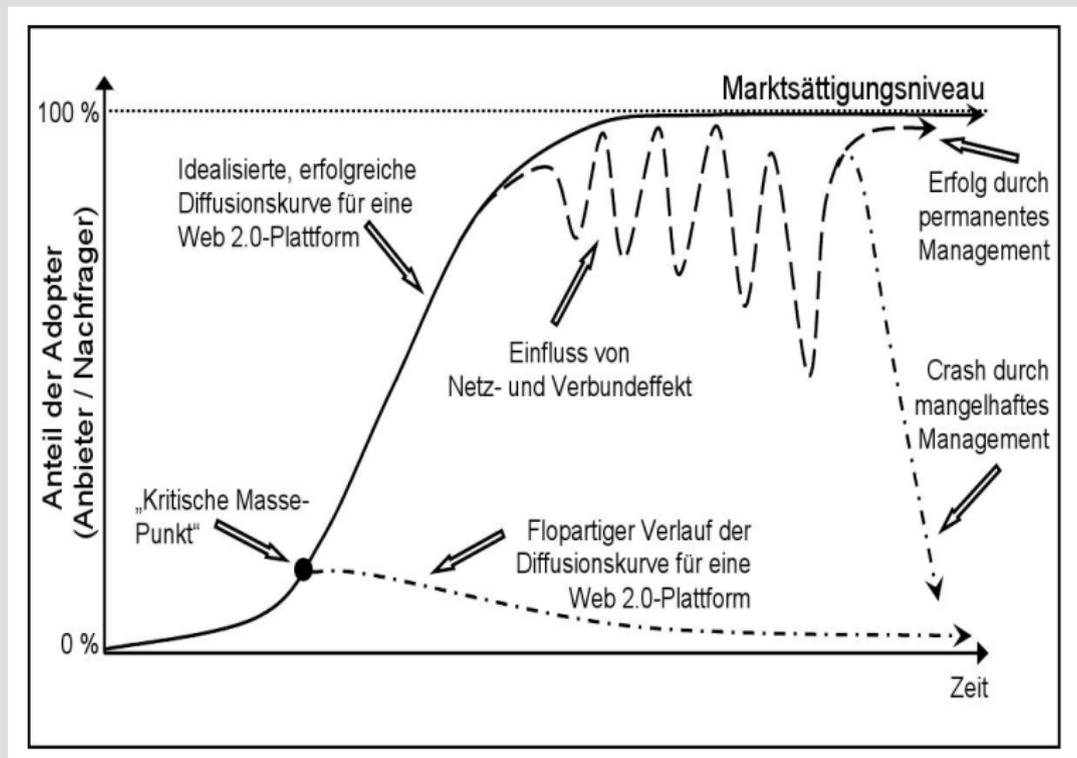
Konkretes Beispiel: Diffusion von Web 2.0 Plattformen

Facebook:

Anfang 2010: ca. 6 Mio. Nutzer

Anfang 2011: ca. 15 Mio. Nutzer

Mai 2011: ca. 18 Mio. Nutzer



(Kollmann & Stöckmann 2007)

# Grundidee

Ausgangspunkt ist eine Population beliebiger Objekte  
(Individuen, Unternehmen, ...) mit beliebiger Größe  $n$

# Grundidee

Ein bestimmter Anteil der Einheiten weist zu Beginn ein bestimmtes Merkmal auf; dieses wird von anderen Einheiten mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit übernommen, wobei diese Wahrscheinlichkeit davon abhängt, wieviele Einheiten dieses Merkmal bereits besitzen.

# Grundlegende Überlegungen

- Diskrete Zeitachse mit  $t = 0, 1, \dots$
- Binäres Merkmal  $X$  ( $0 =$  nicht vorhanden /  $1 =$  vorhanden)
- Nur dieses Merkmal interessiert
- $n$  ändert sich nicht, alle Einheiten abgesehen von  $X$  identisch
- $n_0, n_1, \dots$  ist die Zahl der Einheiten, bei denen das Merkmal vorhanden ist
- $n - n_0, n - n_1, \dots$  entsprechend Zahl der Einheiten, bei denen Merkmal nicht vorhanden ist

# Grundlegende Überlegungen

$\alpha$  sei eine „Basis-Übertragungswahrscheinlichkeit“

# Grundlegende Überlegungen

$$\begin{aligned}Pr(X = 1, t + 1 | X = 0, t) &= \alpha \frac{n_t}{n} \\Pr(X = 0, t + 1 | X = 0, t) &= 1 - \alpha \frac{n_t}{n} \\Pr(X = 1, t + 1 | X = 1, t) &= 1 \\Pr(X = 0, t + 1 | X = 1, t) &= 0\end{aligned}$$

# Grundlegende Überlegungen

$$Pr(X = 1, t + 1 | X = 0, t) = \alpha \frac{n_t}{n}$$

$$Pr(X = 0, t + 1 | X = 0, t) = 1 - \alpha \frac{n_t}{n}$$

$$Pr(X = 1, t + 1 | X = 1, t) = 1$$

$$Pr(X = 0, t + 1 | X = 1, t) = 0$$

# Grundlegende Überlegungen

$$Pr(X = 1, t + 1 | X = 0, t) = \alpha \frac{n_t}{n}$$

$$Pr(X = 0, t + 1 | X = 0, t) = 1 - \alpha \frac{n_t}{n}$$

$$Pr(X = 1, t + 1 | X = 1, t) = 1$$

$$Pr(X = 0, t + 1 | X = 1, t) = 0$$

# Grundlegende Überlegungen

$$\begin{aligned}Pr(X = 1, t + 1 | X = 0, t) &= \alpha \frac{n_t}{n} \\Pr(X = 0, t + 1 | X = 0, t) &= 1 - \alpha \frac{n_t}{n} \\Pr(X = 1, t + 1 | X = 1, t) &= 1 \\Pr(X = 0, t + 1 | X = 1, t) &= 0\end{aligned}$$

# Grundlegende Überlegungen

$$\begin{aligned}Pr(X = 1, t + 1 | X = 0, t) &= \alpha \frac{n_t}{n} \\Pr(X = 0, t + 1 | X = 0, t) &= 1 - \alpha \frac{n_t}{n} \\Pr(X = 1, t + 1 | X = 1, t) &= 1 \\Pr(X = 0, t + 1 | X = 1, t) &= 0\end{aligned}$$

# Grundlegende Überlegungen

$$\begin{aligned}Pr(X = 1, t + 1 | X = 0, t) &= \alpha \frac{n_t}{n} \\Pr(X = 0, t + 1 | X = 0, t) &= 1 - \alpha \frac{n_t}{n} \\Pr(X = 1, t + 1 | X = 1, t) &= 1 \\Pr(X = 0, t + 1 | X = 1, t) &= 0\end{aligned}$$

# Grundlegende Überlegungen

$$\begin{aligned}Pr(X = 1, t + 1 | X = 0, t) &= \alpha \frac{n_t}{n} \\Pr(X = 0, t + 1 | X = 0, t) &= 1 - \alpha \frac{n_t}{n} \\Pr(X = 1, t + 1 | X = 1, t) &= 1 \\Pr(X = 0, t + 1 | X = 1, t) &= 0\end{aligned}$$

# Was machen wir jetzt?

Bisher:

- Der zu beschreibende Prozess ist angegeben
- Ebenso, wie sich dieser Prozess entwickelt

Nun folgt:

- Parameter festlegen
- Modell programmieren
- Berechnen & auswerten

# Parameter

- $n = 100$
- $n_0 = 1$
- für  $\alpha$  diverse Werte
- $t = 0, \dots, 100$

# Kurze Einordnung

- Multilevel-Modell (Makro-Ebene beeinflusst Mikro-Ebene)
- Analytische Lösung bestimmter Fragestellungen möglich
- Stochastisch

# Varianten

Zu- und Abnahme mit fixer Verlustwahrscheinlichkeit

$$Pr(X = 1, t + 1 | X = 0, t) = \alpha \frac{n_t}{n}$$

$$Pr(X = 0, t + 1 | X = 0, t) = 1 - \alpha \frac{n_t}{n}$$

$$Pr(X = 1, t + 1 | X = 1, t) = 1 - \zeta$$

$$Pr(X = 0, t + 1 | X = 1, t) = \zeta$$

# Varianten

Zu- und Abnahme mit verteilungsabhängiger  
Verlustwahrscheinlichkeit

$$\begin{aligned}Pr(X = 1, t + 1 | X = 0, t) &= \alpha \frac{n_t}{n} \\Pr(X = 0, t + 1 | X = 0, t) &= 1 - \alpha \frac{n_t}{n} \\Pr(X = 1, t + 1 | X = 1, t) &= 1 - \zeta \left(1 - \frac{n_t}{n}\right) \\Pr(X = 0, t + 1 | X = 1, t) &= \zeta \left(1 - \frac{n_t}{n}\right)\end{aligned}$$

# Varianten

Zunahme paralleler Prozesse; für  $i = 1, \dots, k$

$$Pr(X_i = 1, t + 1 | X_i = 0, t) = \alpha \frac{n_{i,t}}{n}$$

$$Pr(X_i = 0, t + 1 | X_i = 0, t) = 1 - \alpha \frac{n_{i,t}}{n}$$

$$Pr(X_i = 1, t + 1 | X_i = 1, t) = 1$$

$$Pr(X_i = 0, t + 1 | X_i = 1, t) = 0$$

# Varianten

Einfache (durchaus plausible) Modifikationen führen zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen

# Parameter

- Streckung
- Sättigungsniveau
- „Boom oder Flop“
- Relative Verhältnisse

# Modell & Daten

## Identifikationsproblem:

- Welche Variante trifft (näherungsweise) auf die Realität zu? Überhaupt eine?
- Zeitachse?
- Modellparameter?

# Modell & Daten

Identifikationsproblem:

- Welche Variante trifft (näherungsweise) auf die Realität zu? Überhaupt eine?
- Zeitachse?
- Modellparameter?

# Modell & Daten

Identifikationsproblem:

- Welche Variante trifft (näherungsweise) auf die Realität zu? Überhaupt eine?
- Zeitachse?
- Modellparameter?

# Modell & Daten

Identifikationsproblem:

- Welche Variante trifft (näherungsweise) auf die Realität zu? Überhaupt eine?
- Zeitachse?
- Modellparameter?

# Fazit

- Umsetzung/Programmierung
- Modellannahmen
- Identifikationsproblem
- Verallgemeinerbarkeit
- Erklärend? Prognosefähig?

# Fazit

- Umsetzung/Programmierung
- Modellannahmen
- Identifikationsproblem
- Verallgemeinerbarkeit
- Erklärend? Prognosefähig?

# Fazit

- Umsetzung/Programmierung
- Modellannahmen
- Identifikationsproblem
- Verallgemeinerbarkeit
- Erklärend? Prognosefähig?

# Fazit

- Umsetzung/Programmierung
- Modellannahmen
- Identifikationsproblem
- Verallgemeinerbarkeit
- Erklärend? Prognosefähig?

# Fazit

- Umsetzung/Programmierung
- Modellannahmen
- Identifikationsproblem
- Verallgemeinerbarkeit
- Erklärend? Prognosefähig?